

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 3 月 3 日 (03.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/020300 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/20, 29/786, 21/336
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011762
- (22) 国際出願日: 2004 年 8 月 17 日 (17.08.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-298648 2003 年 8 月 22 日 (22.08.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上 満夫 (INOUE, Mitsuo) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内

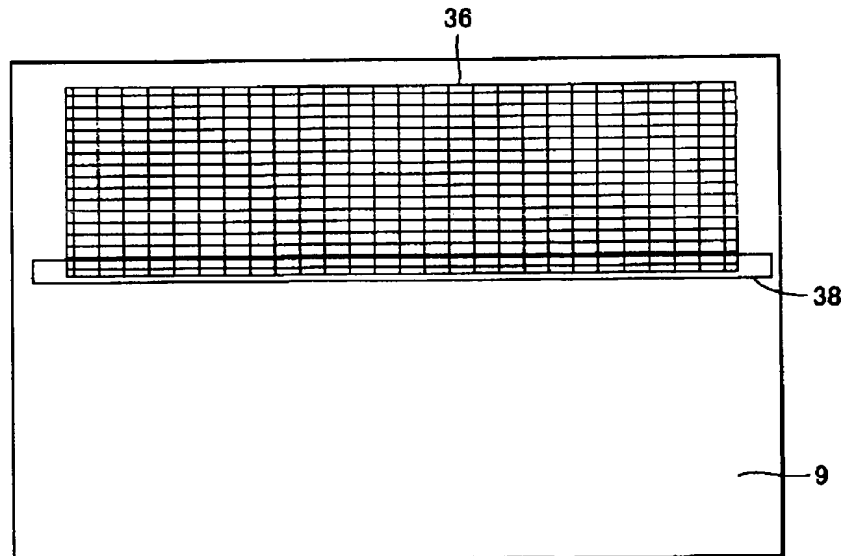
内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 時岡 秀忠 (TOKIOKA, Hidetada) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 由良 信介 (YURA, Shinsuke) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 1 番 2 9 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD FOR THIN-FILM SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: 薄膜半導体の製造方法



(57) Abstract: A production method for a thin-film semiconductor comprising the scan-irradiation step of condensing, in order to form a polycrystalline silicon film on the surface of a substrate, a first pulse laser beam having a visible wavelength on the surface of the substrate in a linear shape having an almost Gaussian intensity distribution in the width direction and applying it so as to move this linear shape in the width direction, the outer edge processing step of applying a second pulse laser beam having a UV wavelength to the end areas of outer edges parallel in the width direction out of the scan-irradiated area (36) after completing the scan-irradiation step at one position in one direction, and the step of repeating the scan-irradiation step so as to cover an area being adjacent to the scan-irradiated area (36) and overlapping the end areas subjected to the outer edge processing step.

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 薄膜半導体の製造方法は、基板の表面に多結晶シリコン膜を形成するために、可視波長を有する第1のパルスレーザ光を、前記基板の表面において幅方向にほぼガウス形状の強度分布を有する線形状に集光し、この線形状が幅方向に移動していくように照射するスキャン照射工程と、前記スキャン照射工程を一つの位置において一方向について行なったのち、このスキャン照射がなされた領域(36)のうち前記幅方向に平行な外縁の端部領域に、紫外波長を有する第2のパルスレーザ光を照射する外縁処理工程と、前記スキャン照射工程によってカバーされる領域(36)に隣接する領域であり、かつ前記外縁処理工程を施された前記端部領域に一部重なる領域をカバーするように、再び行なわれる前記スキャン照射工程とを含む。

## 明 細 書

### 薄膜半導体の製造方法

### 技術分野

- [0001] 本発明は、薄膜半導体の製造方法に関するものである。特に、レーザ照射を用いて再結晶化を行なう技術に関するものである。

### 背景技術

- [0002] 絶縁基板の表面に多結晶シリコン膜を半導体層として形成し、この半導体層を従来の半導体基板の代わりとして利用するような多結晶シリコン薄膜トランジスタが知られている。このような多結晶シリコン薄膜トランジスタにおいては、シリコンの結晶粒界がキャリアの移動度を制限するため、なるべく大粒径の多結晶シリコンを均一に形成することが望ましい。しかしながら、出発物質となるアモルファスシリコンにレーザを照射することで加熱して熔融させ、冷却の際に再結晶化を行なうという、いわゆるレーザ再結晶化方式では、結晶成長を促すシリコン熔融部の温度制御が困難であった。そのため、大粒径結晶を均一に、かつ安定して形成することは困難であった。
- [0003] これに対して、特開2000-286195号公報(特許文献1)に開示された技術がある。特許文献1では、可視光レーザであるNd:YAG2 $\omega$ レーザビームを用い、幅方向にはほぼガウス形状の光強度分布を有する細線状にレーザビームを集光し、アモルファスシリコン上である一定以上のエネルギー密度勾配をもつレーザビームとして照射している。この技術では、アモルファスシリコンでの吸収係数が低い可視レーザ光を採用することによって膜厚方向の温度勾配を抑制するとともに、幅方向での温度勾配を意図的に形成して1次元の横方向成長を生じさせている。このことにより、大粒径結晶列をもつ多結晶シリコン膜を得ている。

特許文献1:特開2000-286195号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 上述の特許文献1の例では、ビーム形状が幅方向にガウス形状の分布をもつ可視光のレーザビーム(以下、「可視レーザ」という。)を用いているため、幅方向に横方向

成長する。膜厚方向ではなく横方向に成長するので、膜厚の制限を受けず、大粒径化を図ることができる。具体的には一般的なレーザ再結晶化と同様に、細線状に集光され照射されるレーザビームを幅方向にずらしながら順次結晶化を行なっていく。こうしてスキャンすることによってアモルファスシリコン全面を結晶化していく。しかしながら、1ラインとして1回の走査でスキャンした領域のうちスキャン方向に平行な外縁部では、スキャン方向すなわち細線状の照射領域の幅方向にきれいな温度勾配を形成できず、むしろ照射領域の長手方向に温度勾配が形成されてしまう。そのため、照射領域の長手方向に横方向成長した結晶が混入してしまう。この結晶部分は、隣接するラインを次にスキャンする際に、新旧照射領域同士の重なり部分として再度可視レーザが照射されても可視レーザの吸収係数が低いため溶融できない。すなわち、長手方向に平行な外縁部においては基板のスキャン方向に並ぶようにして、幅方向に横方向成長した結晶とは異なる結晶性の部分が残る。すなわち、薄膜半導体として使用したときには特性が他の部分と異なるスジとなってしまう。このスジがあることによって、たとえば、薄膜半導体が用いられる機器が表示装置であれば表示にスジムラを生じるという問題点があった。

#### 課題を解決するための手段

- [0005] 本発明は、スキャンのライン同士の継ぎ目に特性が他の部分と異なるスジが生じないような薄膜半導体の製造方法を提供することを目的とする。
- [0006] 上記目的を達成するため、本発明に基づく薄膜半導体の製造方法は、基板の表面に多結晶シリコン膜を形成するために、可視波長を有する第1のパルスレーザ光を、前記基板の表面において幅方向にほぼガウス形状の強度分布を有する線形状に集光し、前記線形状が前記幅方向に移動していくように照射するスキャン照射工程と、前記スキャン照射工程を一つの位置において一方向について行なったのち、このスキャン照射がなされた領域のうち前記幅方向に平行な外縁の端部領域に、紫外波長を有する第2のパルスレーザ光を照射する外縁処理工程と、前記スキャン照射工程によってカバーされる領域に隣接する領域であり、かつ前記外縁処理工程を施された前記端部領域に一部重なる領域をカバーするように、再び行なわれる前記スキャン照射工程とを含む。

## 発明の効果

- [0007] 本発明によれば、広い領域を多結晶シリコン化するために第1のパルスレーザ光によって複数ラインのスキャンを繰返す場合であっても、各ラインのスキャンの後に、外縁処理工程として、紫外波長を有する第2のパルスレーザ光を照射しているので、境界部分をアモルファス化することができ、第1のパルスレーザ光による結晶成長が正しく行なわれるようになる。その結果、各ラインのスキャンの継ぎ目がスジムラとなることを防止でき、全面にわたって均一な多結晶シリコン膜を形成することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明に基づく薄膜半導体の製造方法が用いられる半導体装置の製造方法の第1の工程の説明図である。
- [図2]本発明に基づく薄膜半導体の製造方法が用いられる半導体装置の製造方法の第2の工程の説明図である。
- [図3]本発明に基づく薄膜半導体の製造方法が用いられる半導体装置の製造方法の第3の工程の説明図である。
- [図4]本発明に基づく薄膜半導体の製造方法が用いられる半導体装置の製造方法の第4の工程の説明図である。
- [図5]本発明に基づく薄膜半導体の製造方法が用いられる半導体装置の製造方法の第5の工程の説明図である。
- [図6]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に用いられるレーザアニール装置の概念図である。
- [図7]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に含まれるスキャン照射工程の説明図である。
- [図8]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に含まれるスキャン照射工程によって成長した結晶粒の説明図である。
- [図9]本発明に基づく実施の形態1におけるレーザ照射の様子の説明図である。この図のうち(a)は、幅方向のエネルギー密度分布のプロファイルのグラフであり、(b)は、被照射物の中に熔融部が生じる様子を示す断面図であり、(c)は、被照射物内部の温度分布を示すグラフである。

[図10]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に含まれるスキャン照射工程によって横方向に結晶が成長していく様子の説明図である。

[図11]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に含まれるスキャン照射工程が終了した時点での結晶の様子の説明図である。

[図12]図11のZ部の拡大図である。

[図13]本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に含まれる外縁処理工程の説明図である。

[図14]波長と吸収係数との関係を示すグラフである。

[図15]第2のパルスレーザ光の照射エネルギー密度と、照射後に形成される結晶状態との関係を示すグラフである。

[図16]本発明に基づく実施の形態1にスキャン照射工程を繰返し行なった様子の説明図である。

[図17]本発明に基づく実施の形態2における薄膜半導体の製造方法に含まれる外縁処理工程の説明図である。

## 符号の説明

- [0009] 1 パルスレーザ光源、2 第1のパルスレーザ光、8 集光照射光学系、9 被照射物、12 ベンドミラー、13 ビーム調整光学系、14 ステージ、21 集光レンズ、22 (線形状に集光された)第1のパルスレーザ光、24 (集光された第1のパルスレーザ光の)プロファイル、26 熔融部、27 (線形状に集光されたビームの)長手方向、29 結晶粒、30 (線形状に集光されたビームの)幅方向、31 横方向成長結晶、32 (結晶が成長する向きを示す)矢印、33 (第1のパルスレーザ光の)照射領域、34 (第1のパルスレーザ光の照射領域が相対的にスキャンする向きを示す)矢印、35 (基板が移動する向きを示す)矢印、36 (第1のパルスレーザ光の照射によって多結晶シリコン膜となった)領域、37 (端部に生じた)結晶粒、38, 41 (第2のパルスレーザ光の)照射領域、39 (次のラインとして第1のパルスレーザ光の照射領域がスキャンした)領域、40 (第2のパルスレーザ光の照射領域がスキャンする向きを示す)矢印、201 絶縁基板、202 下地膜、203 アモルファスシリコン膜、204 (レーザ照射を表す)矢印、206 (パターニングされた)多結晶シリコン膜、207 ゲート絶縁

膜、208 ゲート電極、209 ソース電極、210 ドレイン電極、211 層間絶縁膜。

### 発明を実施するための最良の形態

- [0010] 図1〜図5を参照して、本発明に基づく薄膜半導体の製造方法がどのような場面で用いられるかについて説明する。図1に示すように絶縁基板201の上面にCVD（Chemical Vapor Deposition）法を用いて、シリコン酸化膜などにより下地膜202を形成する。下地膜202は、絶縁基板201中の不純物がこれから形成する多結晶シリコン膜中に拡散するのを防止するバリアの役割を担うものである。さらにその上を覆うようにアモルファスシリコン膜203を形成する。
- [0011] 図2の矢印204に示すように、レーザ光として350nm以上の可視域の波長を有するレーザ光を照射する。このレーザ光照射は、アモルファスシリコン膜203を加熱し、熔融させる。こうして熔融したシリコンが冷却・固化する際に多結晶シリコン膜205が形成される。その後、フォトリソグラフィ技術を用いて、図3に示すように多結晶シリコン膜206をアイランド状にパターニングする。
- [0012] 図4に示すように、ゲート絶縁膜207としてシリコン酸化膜を形成し、さらにゲート電極208を形成する。図5に示すように、層間絶縁膜211としてシリコン酸化膜またはシリコン窒化膜を形成し、ソース電極209およびドレイン電極210を形成する。このようにして、多結晶シリコン膜206を半導体層とする薄膜トランジスタが作成される。
- [0013] 本発明が主に注目するのは、このうち、図1から図2にかけての工程、すなわち、アモルファスシリコン膜203にレーザ光を照射して一旦熔融させ、冷却・固化させることによって多結晶シリコン膜205を形成する工程である。以下、この工程について詳しく説明する。
- [0014] （実施の形態1）
- 図6を参照して、本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法に用いられるレーザアニール装置について説明する。このレーザアニール装置は、パルスレーザ光源1を備える。パルスレーザ光源1は、可視域に属する波長を有する第1のパルスレーザ光2を発生させるためのものである。第1のパルスレーザ光2は、具体的には発振波長532nmのNd:YAG2 $\omega$ パルスレーザ光である。被照射物9はアモルファスシリコン膜203を表面に有する絶縁基板201であり、レーザ光が照射され

ることによりアモルファスシリコン膜203が溶融し、再結晶化し、ポリシリコン膜を形成する。

[0015] パルスレーザ光源1から被照射物9までの光路に沿っては、出射した第1のパルスレーザ光2の進行方向を直角に折り曲げるためのベンドミラー12、ビーム調整光学系13および第1のパルスレーザ光2を集光して被照射物9に照射するための集光手段である集光照射光学系8が、順に配列されている。被照射物9は、ステージ14上に設置されている。ステージ14は、上下、左右に移動できるようになっている。

[0016] パルスレーザ光源1を出射した第1のパルスレーザ光2は、ベンドミラー12により直角に折り曲げられ、集光照射光学系8に入射する。集光照射光学系8により、第1のパルスレーザ光2は、線状に集光される。ここで、第1のパルスレーザ光2の集光点が被照射試料9上に位置するように、ステージ14によって被照射物9の高さが調整されている。

[0017] 図7ー図16を参照して、本発明に基づく実施の形態1における薄膜半導体の製造方法について説明する。

[0018] この製造方法はスキャン照射工程を含む。スキャン照射工程においては、パルスレーザ光源1から発せられる第1のパルスレーザ光2は、図7の(a)に示すように集光照射光学系8の集光レンズ21によって線形状に集光されて第1のパルスレーザ光22となる。図7の全体は、第1のパルスレーザ光22がアモルファスシリコン膜203に照射されてアモルファスシリコン膜203が溶融する様子の概念図を示す。

[0019] アモルファスシリコン膜203上に照射領域33が線形状になるように集光して照射された第1のパルスレーザ光22のプロファイル24を図7の(a)に示す。プロファイル24は、図7の(a)に示すように、照射領域33の長手方向に関してはほぼ変化せず均一である、いわゆるトップフラット状であり、照射領域33の幅方向にはほぼガウス分布状である。

[0020] このようなプロファイル24を有する発振波長532nmのNd:YAG2 $\omega$ パルスレーザによって熱処理を行なうと、アモルファスシリコンに対するNd:YAG2 $\omega$ パルスレーザの吸収係数が小さいためにアモルファスシリコン膜203の膜厚方向に関してはほぼ均一に加熱される。このレーザ照射によって生じるシリコン膜内の横方向の温度勾配



は、線形状の照射領域33の幅方向に関してのみ形成される。したがって、図7の(b)に示すように、アモルファスシリコン膜203のうち、ある強度以上のビームが照射された領域が、深さ方向に関しては全体にわたって熔融する。すなわち、深さ方向では全体に広がった熔融部26が線形状の局所的領域に生じる。深さ方向および線形状の照射領域33(図7の(a)参照)の長手方向には温度勾配が少ないため、結晶成長は照射領域33の幅方向への1次元横方向成長となり、結晶粒径が数 $\mu\text{m}$ 程度という大きな結晶粒が形成される。また、結晶成長の向きは照射領域33の幅方向であるので、このレーザ照射によって形成される多結晶シリコン膜の結晶粒29は、図8に示すように照射領域の幅方向30に揃う。図8は被照射物9の表面のごく一部を拡大して示したものである。このスキャン照射工程では、集光された第1のパルスレーザ光22は、図8に示すように、長手方向27に延びる照射領域を一斉に照射しながら、線形状が幅方向30にずれていくようにスキャンする。すなわち、アモルファスシリコン膜203に対して相対的に矢印34の向きにスキャンする。

- [0021] 上述したように発振波長532nmのNd:YAG2 $\omega$ パルスレーザを代表とする可視レーザ、すなわち波長350nm以上のレーザ光による熱処理における横方向成長の過程は、シリコン膜内において横方向に形成された温度分布に大きく影響される。すなわち、線形状に集光して照射されるレーザ光の幅方向のエネルギー密度分布に大きく影響される。幅方向のエネルギー密度分布は、図9の(a)に示すようにプロファイル24となっており、図9の(b)に示すようにアモルファスシリコン膜203に局所的に熔融部26を生じさせる。この状態では、アモルファスシリコン膜203は図9の(c)に示すような温度分布となっている。その結果、アモルファスシリコン膜203のうち融点を越えた部分だけが熔融し、図9の(b)に示すように熔融部26となっている。レーザ光照射によって一旦は図9の(c)に示すようにシリコン膜内に導入された熱は、この後、一様に被照射物9の他の部分へ散逸していく。熱が散逸することによって、シリコン膜内の横方向温度分布曲線は図10の(b)に示すように全体的に一様に低下していく。したがって、図10の(b)の矢印32に示すように、先に温度が融点を下回った部分から、より後に温度が融点を下回る部分に向かう向きで横方向に結晶成長していく。こうして、図10の(a)に示すように横方向成長結晶31が形成される。

[0022] この横方向への結晶成長は、温度が冷えていく過程で自然核発生により成長した微結晶によってその行く手を遮られたときに止まる。したがって、横方向成長結晶31として大きな粒径の結晶を成長させるためには、自然核発生が起こるまでの時間にできるだけ結晶粒が長く成長していることが好ましい。そのためには結晶成長速度が速いことが要求される。一般に、ある微小領域における結晶成長速度 $v$ は $v=k\Delta T/\Delta x$ により表される。ここで、 $k$ は速度定数、 $\Delta T$ は微小領域における温度差、 $\Delta x$ は微小領域の幅である。すなわち、シリコン膜内の横方向に関して温度差が存在する場合、融点以上の温度である領域の温度分布が急峻な勾配であれば、結晶成長速度が速く、その結果、大きな結晶粒径の多結晶シリコン膜の形成が可能となる。このことを考慮すれば、シリコン膜内における横方向温度分布の急勾配化は、ターゲット表面における照射エネルギー密度分布を急勾配にすることにより実現できる。基板表面に広がる一定の領域全体を多結晶シリコン膜にするためには、被照射物9を一方方向にスキャンして照射すればよい。

[0023] 集光された第1のパルスレーザ光22の照射領域33が一方方向への基板スキャンを終了した時点の結晶の様子を図11に示す。基板スキャンに際しては、相対的にスキャンが行なわれればよく、第1のパルスレーザ光22または被照射物9のいずれが移動してもよいが、本実施の形態では、第1のパルスレーザ光22は動かさずに被照射物9を矢印35の向きに移動させた。したがって、被照射物9に対するスキャンは相対的に矢印34の向きに行なわれた。図11のZ部を拡大したところを図12に示す。照射領域33の長手方向の両端でのプロファイルは上述したように温度分布が完全なトップフラット状とはならず、両端に若干の温度勾配を生じる。したがって、図12に示すように、照射領域の長手方向の端部以外の部分では照射領域の幅方向に横方向成長した結晶粒29が形成されるが、照射領域の長手方向の端部においては長手方向に沿って横方向成長した結晶粒37が形成されることになる。

[0024] このように、スキャン照射工程としての第1のパルスレーザ光22による一方方向への基板スキャンが終了した後、外縁処理工程として以下に示す処理を行なう。

[0025] 紫外領域に属する波長を有する第2のパルスレーザ光を幅方向、長手方向ともトップフラット状のプロファイルを有する長尺状のビームパターンに整形し、図13に示す

ように、第1のパルスレーザ光22で結晶化された領域36のうち細線状の照射領域33(図7の(a)参照)の幅方向に平行な外縁の端部、すなわち、領域36の外周の長手方向の辺を含む領域に照射する。本実施の形態では、第2のパルスレーザ光は領域36のうち細線状の照射領域33(図7の(a)参照)の幅方向に平行な外縁を一括して覆うような長手形状の照射領域38に集光されて照射される。

[0026] 図14に示すように、紫外波長では、吸収係数がアモルファスシリコンと結晶化シリコンで概ね同程度であり、またその絶対値も350nm以上の可視波長の光に比べ非常に大きい。このため、照射されるシリコン膜の質によらず表面でエネルギーが吸収され、膜厚方向に大きな温度勾配を生じるので、横方向成長は生じない。紫外波長を有する第2のパルスレーザ光の照射エネルギー密度と、照射後に形成される結晶状態との関係を図15に示す。このグラフに示す結晶状態はそれぞれ光学顕微鏡で観察したものである。今回の実験では、概ね600mJ/cm<sup>2</sup>を超える照射エネルギー密度では、照射前のシリコン膜の状態によらず、アモルファスシリコンとなっているという結果が得られている。

[0027] 図13に示すように、外縁処理工程として、第2のパルスレーザ光を照射して領域36の長手方向の辺をアモルファスシリコンとした後、図16に示すように、再度、可視波長を有する第1のパルスレーザで基板スキャンを行なう。この新たな基板スキャンは、領域39に対して行なわれる。領域39は、前回の第1のパルスレーザ光によって再結晶化された領域36に対して、その端部領域に一部重なるようにして隣接する領域である。

[0028] このような薄膜半導体の製造方法を行なうことによって、被照射物9の表面のアモルファスシリコン膜203(図1参照)のうち、領域36に加えて領域39(図16参照)も多結晶シリコン化することができた。さらに、領域36と領域39との境界部分を観測した結果、境界部分に従来発生して問題となっていたスジムラは確認できず、領域36, 39の全面にわたって均一な多結晶シリコン膜が形成できた。

[0029] 本実施の形態では、外縁処理工程として、紫外波長を有する第2のパルスレーザ光を照射しているので、次のラインとの境界部分が一旦アモルファス化される。第1のパルスレーザ光によって次のラインをスキャンする際には、境界部分はアモルファス

化されているのでエネルギーを十分に吸収できるので、第1のパルスレーザ光のスキヤンに従って正しい向きに結晶が成長する。

[0030] この製造方法を行なえば、1回の基板スキヤンによってカバーしきれないような広い領域を多結晶シリコン化するために複数回の基板スキヤンを繰返しても、その継ぎ目がスジムラとなることを防止でき、全面にわたって均一な多結晶シリコン膜を形成することができる。

[0031] 特に本実施の形態のように、外縁処理工程として、第2のパルスレーザ光を領域36のうち細線状の照射領域33(図7の(a)参照)の幅方向に平行な外縁を一括して覆うような長手形状に集光して照射することとすれば、第2のパルスレーザ光の照射は一括して行なわれるので短時間で済ませることができ、迅速に第1のパルスレーザ光による次のラインのスキヤンに移行することができる。

[0032] (実施の形態2)

図17を参照して、本発明に基づく実施の形態2における薄膜半導体の製造方法について説明する。この製造方法は、基本的に実施の形態1で説明したものと同様であるが、外縁処理工程における第2のパルスレーザ光の照射の仕方が異なる。実施の形態1では、第2のパルスレーザ光を、領域36の照射領域33の幅方向に平行な外縁を一括して覆うような長手形状に集光していたが、実施の形態2では、第2のパルスレーザ光を、縦、横ともプロファイルがトップフラット状である矩形状のビームパターンに整形し、この矩形状の照射領域41によってスキヤンする。この第2のパルスレーザ光の照射領域41によるスキヤンは、領域36の照射領域33の幅方向に平行な外縁の全長にわたって矢印40に示すように行なう。

[0033] 他の工程は実施の形態1と同じである。

[0034] この場合、第2のパルスレーザ光を矩形状のビームパターンに整形して基板をスキヤンすることとしているので、第2のパルスレーザ光のビーム断面積が少なく済む。この製造方法によっても、境界部を全てアモルファス化することができるので、次のラインをスキヤンしたときに境界部分にスジムラが生じることを防止できる。本実施の形態では、外縁処理工程を行なうに当たって小出力の紫外波長のレーザを用いることができ、低コストで安定して基板の所望領域の全面にわたって均一な多結晶シリコン膜

を形成することができる。

- [0035] なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

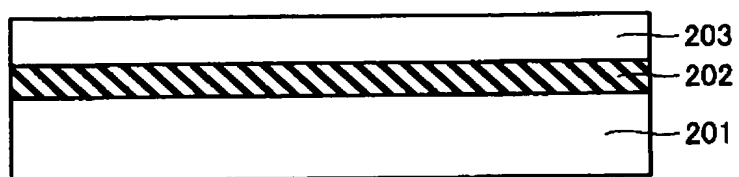
#### 産業上の利用可能性

- [0036] 本発明は、薄膜半導体の製造に適用可能である。

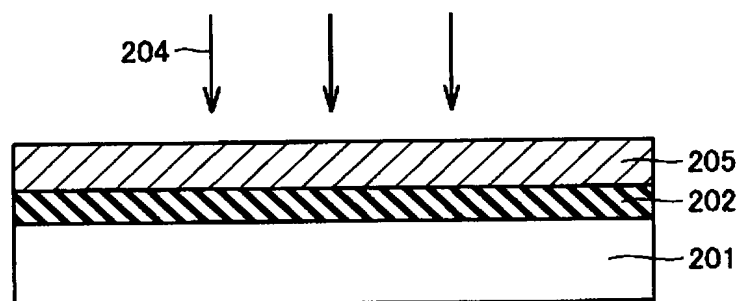
### 請求の範囲

- [1] 基板(9)の表面に多結晶シリコン膜を形成するために、可視波長を有する第1のパルスレーザ光(22)を、前記基板の表面において幅方向にほぼガウス形状の強度分布を有する線形状(33)に集光し、前記線形状が前記幅方向に移動していくように照射するスキャン照射工程と、
- 前記スキャン照射工程を一つの位置において一方向について行なったのち、このスキャン照射がなされた領域(36)のうち前記幅方向に平行な外縁の端部領域に、紫外波長を有する第2のパルスレーザ光を照射する外縁処理工程と、
- 前記スキャン照射工程によってカバーされる領域(36)に隣接する領域であり、かつ前記外縁処理工程を施された前記端部領域に一部重なる領域(39)をカバーするように、再び行なわれる前記スキャン照射工程とを含む、薄膜半導体の製造方法。
- [2] 前記外縁処理工程は、前記第2のパルスレーザ光を前記外縁を一括して覆うような長手形状(38)に集光して照射することによって行なう、請求項1に記載の薄膜半導体の製造方法。
- [3] 前記外縁処理工程は、前記第2のパルスレーザ光を矩形状(41)に集光して、前記外縁に沿ってスキャンすることによって行なう、請求項1に記載の薄膜半導体の製造方法。

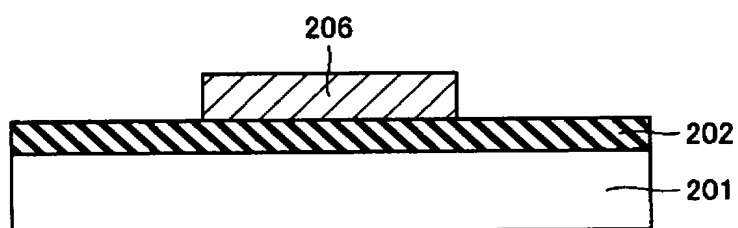
[図1]



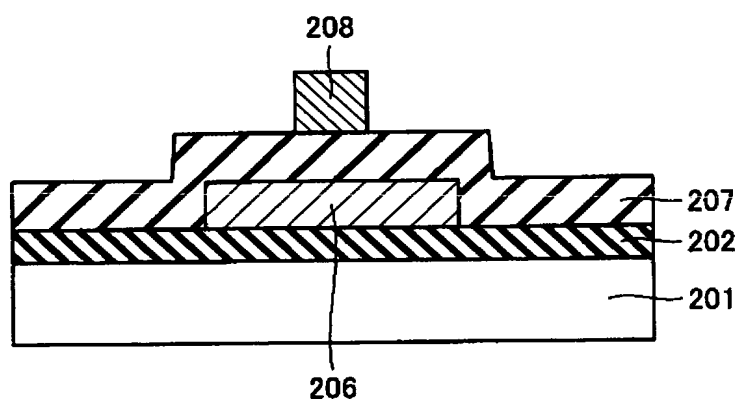
[図2]



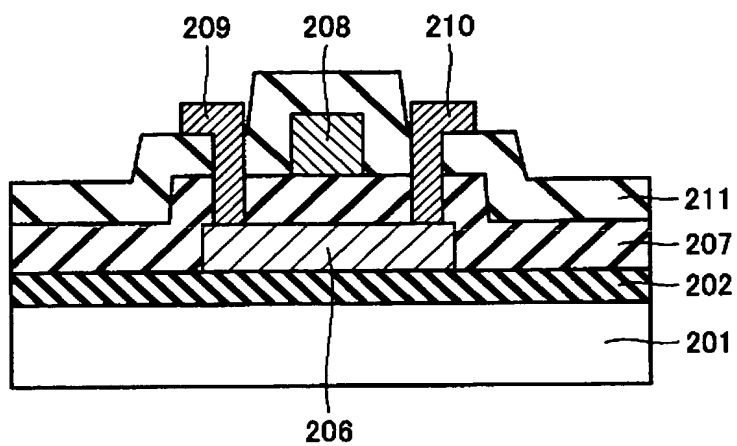
[図3]



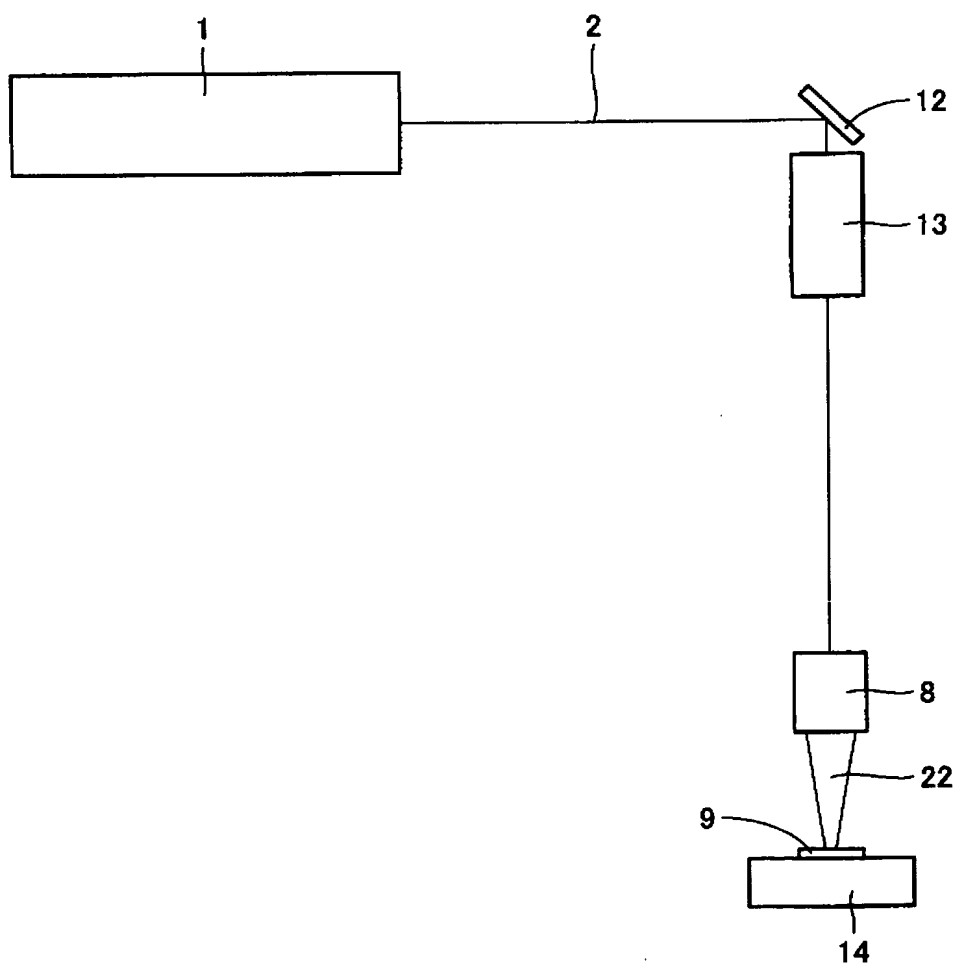
[図4]



[図5]

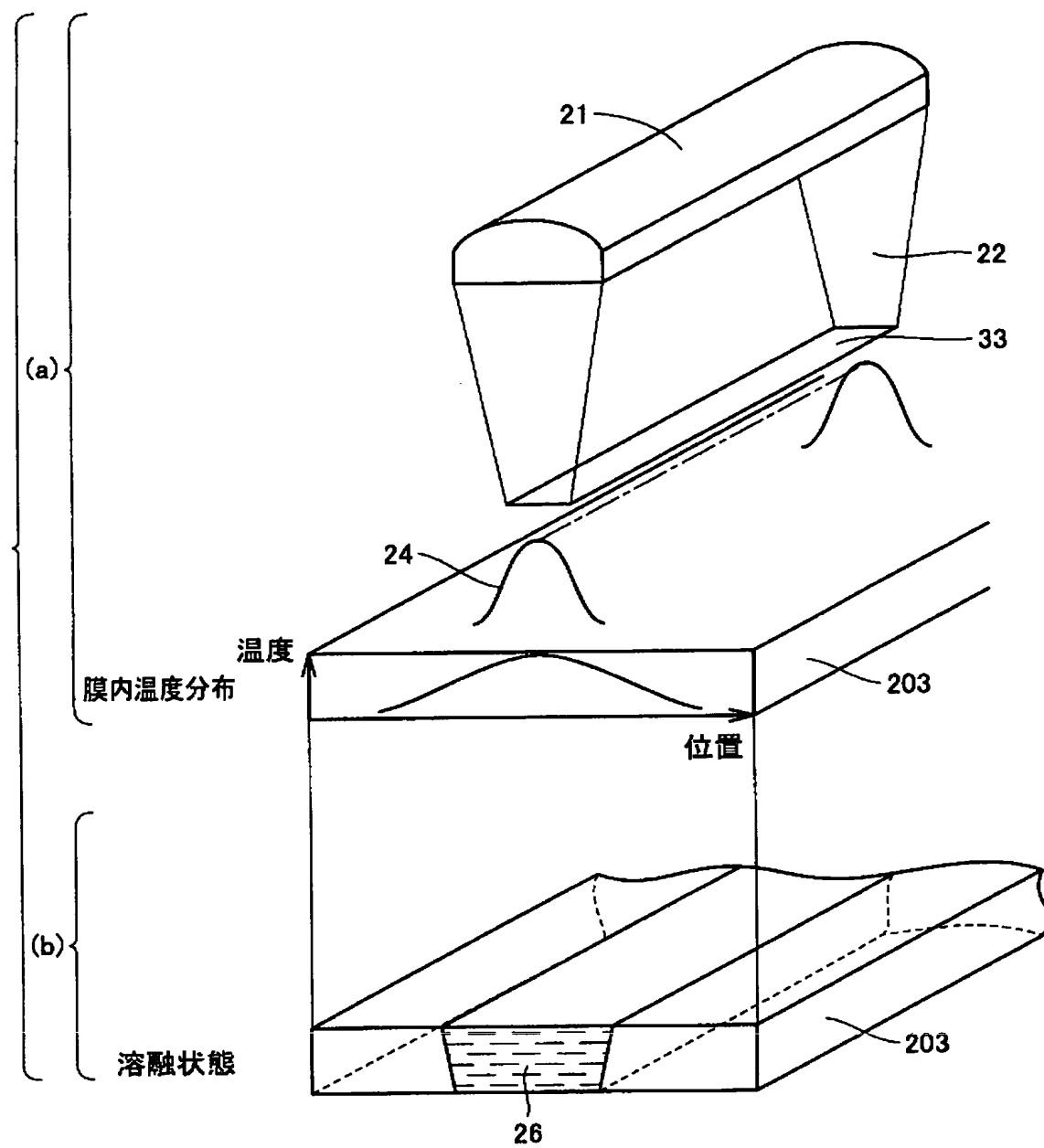


[図6]

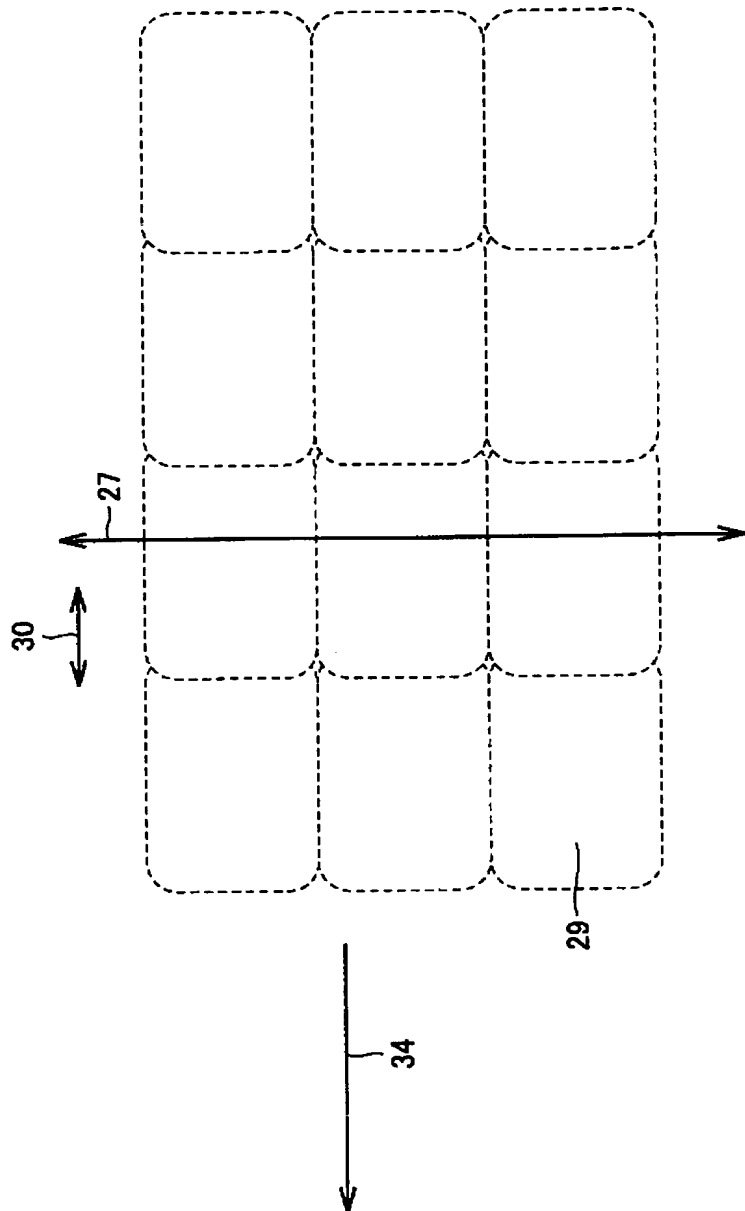




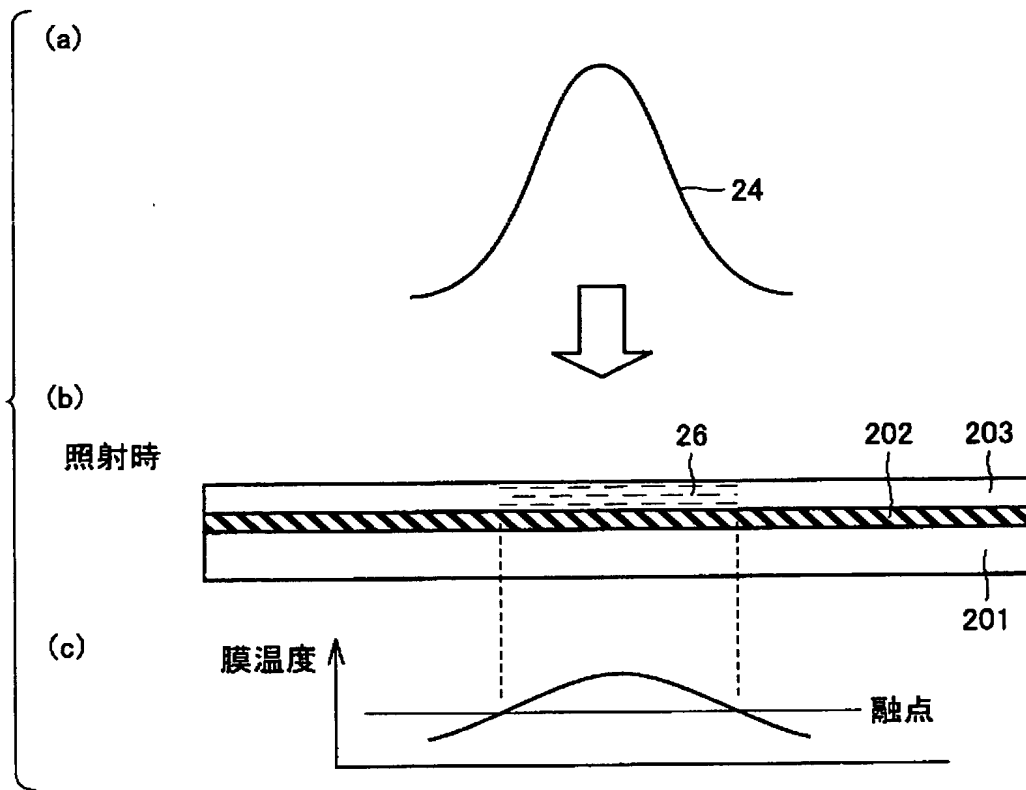
[図7]



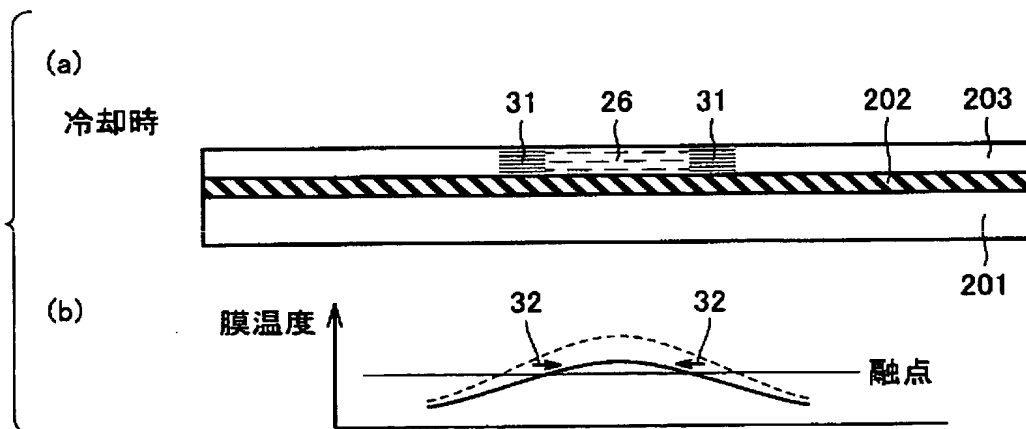
[図8]



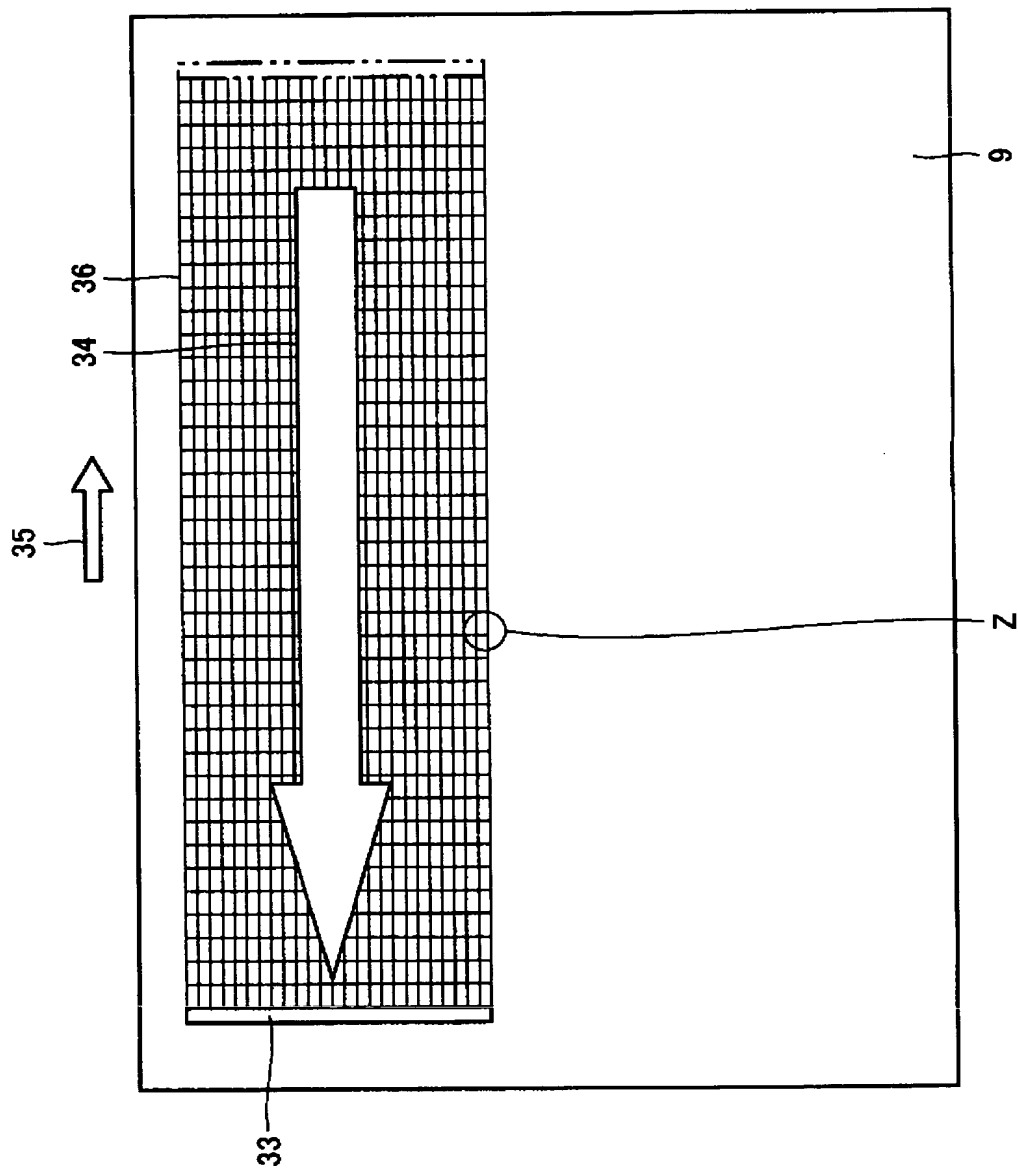
[図9]



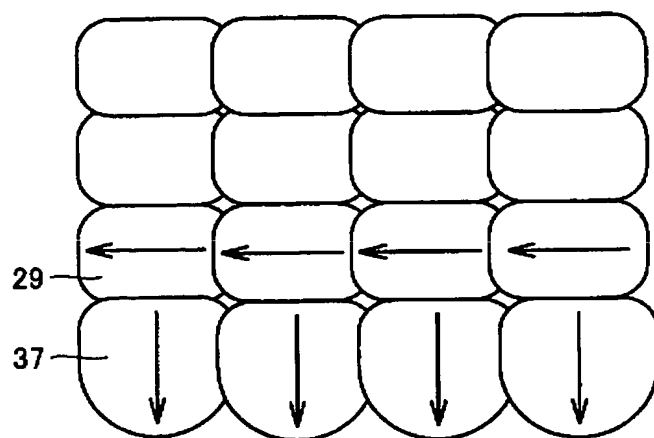
[図10]



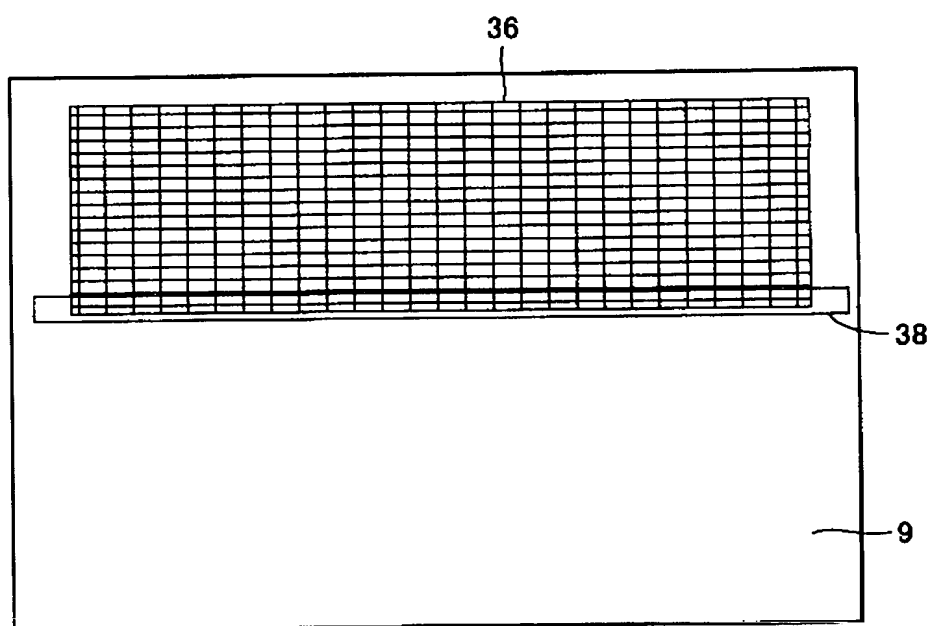
[図11]



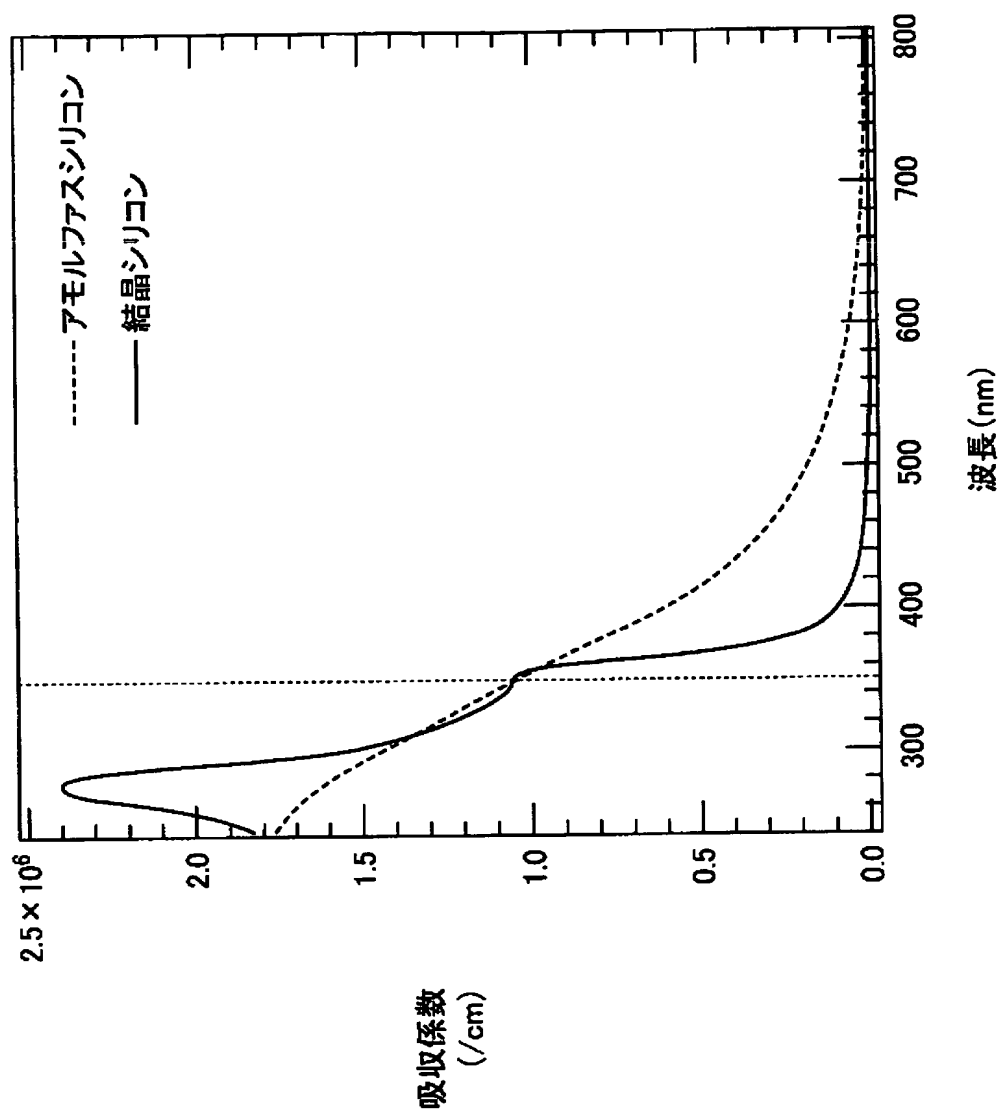
[図12]



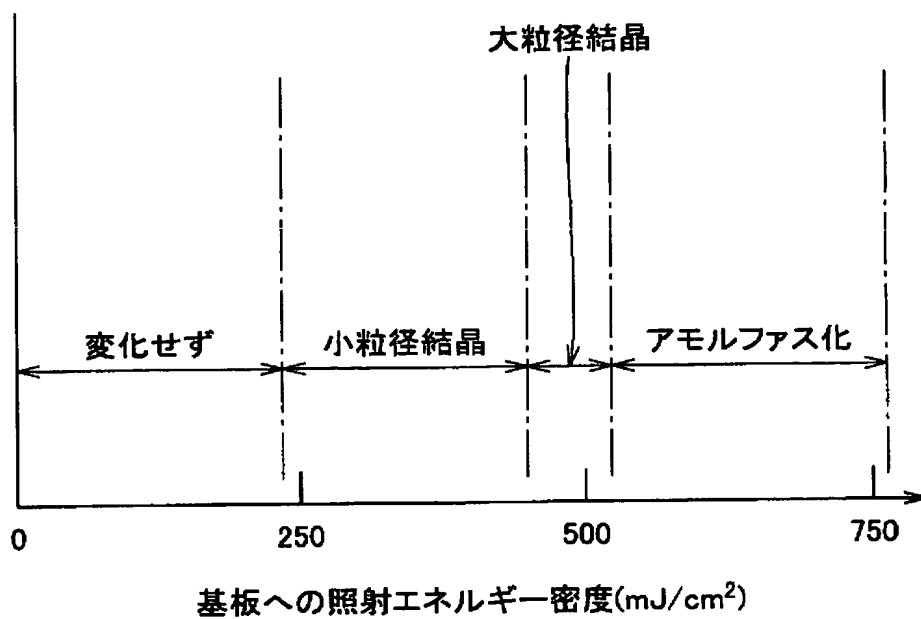
[図13]



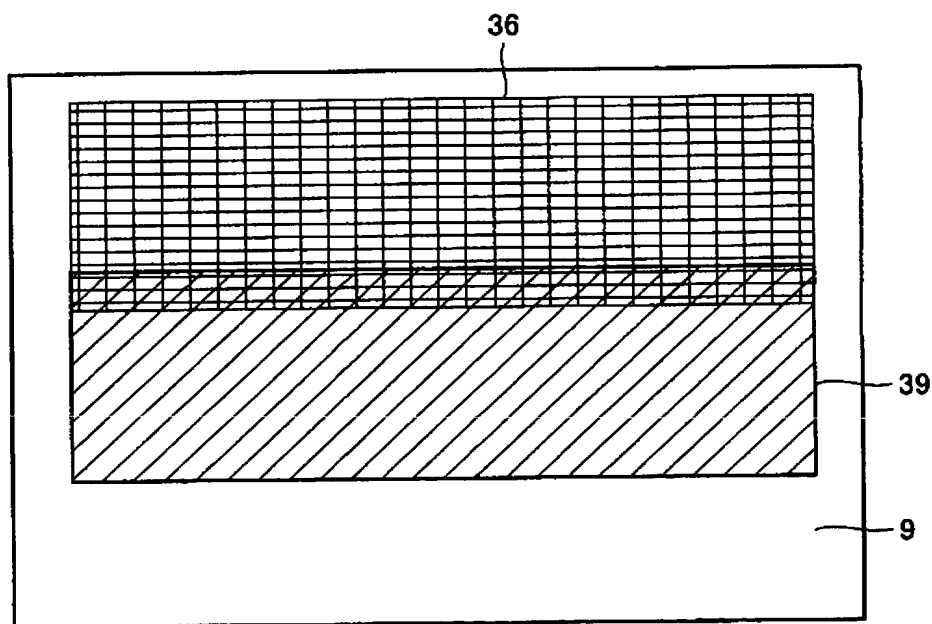
[図14]



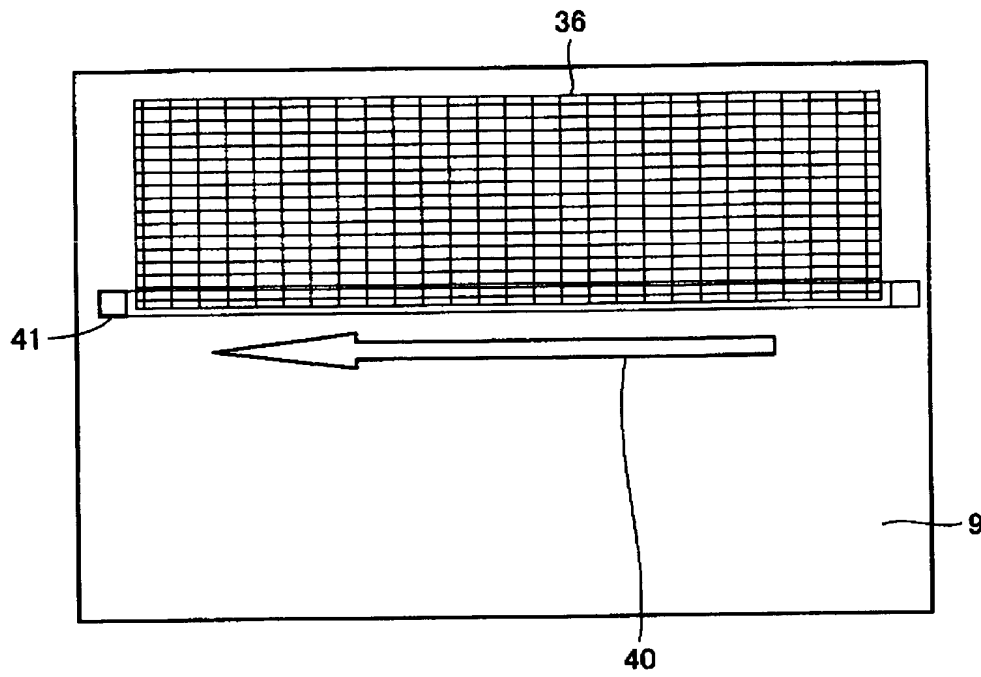
[図15]



[図16]



[図17]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011762

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/20, H01L29/786, H01L21/336

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/20, H01L29/786, H01L21/336

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-68644 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 07 March, 2003 (07.03.03), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-3
A	JP 11-274095 A (NEC Corp.), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; Figs. 1 to 10 & US 6372039 B1	1-3
A	JP 2001-35806 A (NEC Corp.), 09 February, 2001 (09.02.01), Full text; Figs. 1 to 5 & US 2003/0032222 A1	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 September, 2004 (30.09.04)

Date of mailing of the international search report  
19 October, 2004 (19.10.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011762

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-44120 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 February, 2001 (16.02.01), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-3
A	JP 2000-12484 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 January, 2000 (14.01.00), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1-3

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L 21/20, H01L 29/786, H01L 21/336

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L 21/20, H01L 29/786, H01L 21/336

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-68644 A (住友重機械工業株式会社) 2003. 03. 07, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 11-274095 A (日本電気株式会社) 1999. 10. 08, 全文, 第1-10図 &US 6372039 B1	1-3
A	JP 2001-35806 A (日本電気株式会社) 2001. 02. 09, 全文, 第1-5図 &US 2003/0032222 A1	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 09. 2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎 園子

4M

3123

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-44120 A (三菱電機株式会社) 2001.02.16, 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2000-12484 A (三菱電機株式会社) 2000.01.14, 全文, 第1-10図 (ファミリーなし)	1-3